

Sliding bearing element with lubricating oil pockets

Patent Number: ☐ US6095690

Publication date: 2000-08-01

Inventor(s): NIEGEL FRITZ (DE); SCHÖPF ECKHART (DE); HOPPE-BOEKEN PETER-CLEMENS (DE)

Applicant(s): GLYCO METALL WERKE (DE)

Requested Patent: ☐ WO9728379

Application Number: US19980101976 19980730

Priority Number (s): DE19961003170 19960130; DE19971000339 19970108; WO1997DE00194 19970128

IPC Classification: F16C33/10

EC Classification: F16C17/10, F16C33/10B3

Equivalents: ☐ AT409409B, AT901197, BR9707237, ☐ DE19700339, ☐ EP0877866 (WO9728379), A3, B1, JP2000504089T

Abstract

PCT No. PCT/DE97/00194 Sec. 371 Date Jul. 30, 1998 Sec. 102(e) Date Jul. 30, 1998 PCT Filed Jan. 28, 1997 PCT Pub. No. WO97/28379 PCT Pub. Date Aug. 7, 1997 Plain bearing elements comprise at least one single-layer metallic bearing material (4) having a sliding surface (6) with lubricating oil pockets (10). The depth (T) of the open oil pockets (10) is 0.03 mm to 0.3 mm, and the ratio of the pocket area to the pocket depth is 10 to 40 mm. The plain bearing elements exhibit superior running qualities and properties. The depth of the oil pockets (10) may be adapted to the service viscosity of the lubricating oil. The oil pockets (10) in the same plain bearing element may also have varying depths (T) and be provided only in predetermined regions of the plain bearing element.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2000-504089

(P2000-504089A)

(43) 公表日 平成12年4月4日 (2000.4.4)

(51) IntCl ¹	識別記号	P I	マークコード (39-等)
F 1 6 C 33/06		F 1 6 C 33/06	
33/10		33/10	Z
33/12		33/12	Z

特許請求 未請求 予備特許請求 有 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願平8-527245
 (86) (22) 出願日 平成9年1月28日 (1997.1.28)
 (85) 翻訳文提出日 平成10年7月29日 (1998.7.29)
 (86) 国際出願番号 PCT/DE97/00194
 (87) 国際公開番号 WO97/28379
 (87) 国際公開日 平成9年8月7日 (1997.8.7)
 (31) 優先権主張番号 19603170.2
 (32) 優先日 平成8年1月30日 (1996.1.30)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)
 (31) 優先権主張番号 19700399.7
 (32) 優先日 平成9年1月8日 (1997.1.8)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

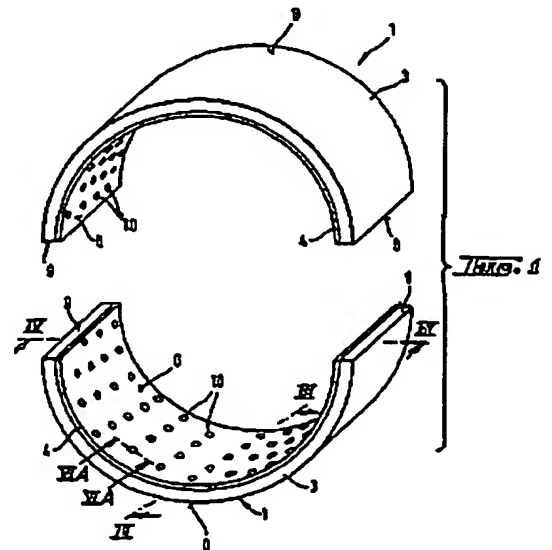
(71) 出願人 グリコメタル・ウエルケ・グリコ・ベ
 ー・ファウ・ウント・コンパニー・コマン
 ディットゲゼルシャフト
 ドイツ連邦共和国、D-65201 ウィース
 パーデン、シュティールストラッセ、11
 (72) 発明者 ニーゲル・フリッツ
 ドイツ連邦共和国、D-65375 エースト
 リッヒェヴィンケル、リンデンストラッ
 セ、32
 (74) 代理人 弁護士 江崎 光史 (外3名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 潤滑油ポケットを有するすべり軸受要素

(57) 【要約】

すべり軸受要素は少なくとも1つの半層の金属製軸受材料(4)を有し、この軸受材料のすべり面(6)に潤滑油ポケット(10)が形成されている。開放した潤滑油ポケット(10)の深さTは0.03~0.3mmであり、ポケット深さに対するポケット面積の比は10~40mm²である。このすべり軸受要素はその回転特性が、潤滑油ポケットを有する従来知られているすべり軸受要素よりも良好であり、開放した溝および充填された溝を有する従来知られている軸受の特性を模倣している。潤滑油ポケット(10)の深さを、潤滑油の動作粘性に適合させると有利である。1個の同じすべり軸受要素の潤滑油ポケットは異なる深さTを有していてもよいし、すべり軸受要素の所定の範囲にのみ設けてもよい。



【特許請求の範囲】

1. 単層または複数層の金属製軸受材料を有し、すべり面が潤滑油ポケットを備えている、すべり軸受要素において、すべり軸受要素の表面から測定した、潤滑油ポケット (10, 10', 10'', 10''', 10a, 10b, 10c) の深さTが、0.03~0.3mmであり、ポケット深さに対するポケット面積の比が10~40mmであることを特徴とするすべり軸受要素。
2. 1.8 ~ 50mPasの運転粘度 η を有する潤滑剤の場合、潤滑油ポケット (10, 10', 10'', 10''', 10a, 10b, 10c) の深さT (mm) が $T = 0.5 \sim 1e^a$ の範囲にあり、ここで $a = 0.45 \cdot \lg \eta - 3$ であることを特徴とする請求項1記載のすべり軸受要素。
3. すべての潤滑油ポケット (10, 10', 10'', 10''', 10a, 10b, 10c) の面積が最大ですべり面 (6, 6') 全体の10%であることを特徴とする請求項1または2記載のすべり軸受要素。
4. 潤滑油ポケット (10, 10', 10'', 10''', 10a, 10b, 10c) が異なる深さTを有することを特徴とする請求項1~3のいずれか一つに記載のすべり軸受要素。
5. 潤滑油ポケット (10a, 10b, 10c) が最大負荷の範囲または最小潤滑フィルム厚さの範囲に、最大深さを有し、深さが小さな負荷の範囲または増大する潤滑フィルム厚さの方へ連続的に浅くなっていることを特徴とする請求項4記載のすべり軸受要素。
6. 潤滑油ポケット (10a', 10b', 10c') が最小負荷の範囲に最大深さを有し、深さが大きな負荷の範囲の方へ連続的に浅くなっていることを特徴とする請求項4記載のすべり軸受要素。
7. 潤滑油ポケット (10, 10', 10'', 10''', 10a, 10b, 10c) がエンボス加工されていることを特徴とする請求項1~6のいずれか一つに記載のすべり軸受要素。
8. 軸受材料がアルミニウム合金 (4, 4') であり、このアルミニウム合金に、潤滑油ポケット (10, 10', 10'', 10''', 10a, 10b, 10c

)が形成されていることを特徴とする請求項1~7のいずれか一つに記載のすべり軸受要素。

9. すべり面(6, 6')が潤滑油ポケット(10, 10', 10'', 10''', 10a, 10b, 10c)を含めて、電気めつき層(5)またはスパッタリング層で被覆されていることを特徴とする請求項1~8のいずれか一つに記載のすべり軸受要素。
10. 電気めつき層(5)またはスパッタリング層の厚さが、形成された潤滑油ポケット(10, 10', 10'', 10''', 10a, 10b, 10c)の深さTよりも小さいことを特徴とする請求項9記載のすべり軸受要素。
11. 電気めつき層(5)またはスパッタリング層の厚さが、潤滑油ポケット(10, 10', 10'', 10''', 10a, 10b, 10c)の深さTよりも大きく、電気めつき層(5)またはスパッタリング層(5)の輪郭が、軸受金属層に形成された潤滑油ポケット(10, 10', 10'', 10''', 10a, 10b, 10c)の輪郭に追従していることを特徴とする請求項9記載のすべり軸受要素。
12. 潤滑油ポケット(10, 10a, 10b, 10c)が球の一部の形をしていることを特徴とする請求項1~11のいずれか一つに記載のすべり軸受要素。
13. 潤滑油ポケット(10'')が円錐台の形をしていることを特徴とする請求項1~11のいずれか一つに記載のすべり軸受要素。
14. 円錐台状の潤滑油ポケット(10'')の側面角度 α が $30 \sim 60^\circ$ であることを特徴とする請求項13記載のすべり軸受要素。
15. 潤滑油ポケット(10''')が上から見て菱形の形をしていることを特徴とする請求項1~11のいずれか一つに記載のすべり軸受要素。
16. 潤滑油ポケット(10, 10', 10'', 10''', 10a, 10b, 10c)が縦方向線(15)に沿って並べて配置され、この縦方向線が周方向(17)に対して $15 \sim 40^\circ$ の角度 β をなしていることを特徴とする、すべり軸受の軸受金またはブッシュの形をした、請求項1~15のいずれか一つに記載のすべり軸受要素。
17. 潤滑油ポケット(10, 10', 10'', 10''', 10a, 10b, 10

c

）が横方向線（16）に沿って並べて配置され、この横方向線が軸方向（18）に対して $5 \sim 25^\circ$ の角度 γ をなしていることを特徴とする請求項16記載のすべり軸受要素。

18. 潤滑油ポケット（10, 10a, 10b, 10c）が縦方向線（15）と横方向線（16）に沿って配置され、すべり方向において隣接する潤滑油ポケット（10, 10', 10'', 10''', 10a, 10b, 10c）からの距離が少なくとも12mmであることを特徴とする請求項1～17のいずれか一つに記載のすべり軸受要素。

19. 潤滑油ポケット（10, 10', 10'', 10''', 10a, 10b, 10c）が頂点（8）の周りの $\pm 30 \sim \pm 60^\circ$ の中心角範囲内に配置されていることを特徴とする請求項16～18のいずれか一つに記載のすべり軸受要素。

20. ピストン機構、特に内燃機関の主軸受およびまたはクランクピン軸受として使用されることを特徴とする請求項1～19のいずれか一つに記載のすべり軸受要素の用途。

【発明の詳細な説明】

潤滑油ポケットを有するすべり軸受要素

本発明は、単層または複数層の金属製軸受材料を有し、すべり面が潤滑油ポケットを備えている、すべり軸受要素に関する。すべり軸受要素とは特に、すべり軸受の軸受金、フランジ付き軸受、ブッシュおよびスラストワッシャであると理解される。これらのすべり軸受要素は単層または複数層の金属製軸受材料を有し、この軸受材料は基当て材料（支持材料）に被覆形成可能である。

凹部を備えた回転面は何年も前から知られている。例えばドイツ連邦共和国特許第546781号公報では、“接触酸化”を防止するために、軸受の接触面に、中断部、凹部、ざらざら部等を形成することが提案されている。これに関連して更に、円形の凹部が示してある。しかし、この凹部をどのように採寸、配置または内張りするかについては記載されていない。

ドイツ連邦共和国特許第834480号公報には、軸受表面が硬質および軟質の軸受材料製の多数の小さな面からなっている軸受が記載されている。溝状の凹部のほかに、正方形の切欠きが設けられている。この切欠きはしかし、軟質の軸受材料で充填されている。凹部は金属製内で回転するエンボス加工用ローラによって穿設される。

ドイツ連邦共和国特許出願公開第2711983号公報により、油溝のほかに、半球状の油凹部を備えた軸受が知られている。この油凹部は1.5 ~ 2.5mmの直径を有し、周方向において4mmの間隔をおいてあるいは軸方向において4.8mmの間隔をおいて配置されている。軸受合金が0.25mmの厚さを有するので、この油凹部は鋼製基当て金内まで達している。このように採寸された潤滑油ポケットは特に、軸受合金と鋼製基当て金との結合範囲が露出しているので、この範囲において剥離が生じ得るという欠点がある。

ドイツ連邦共和国特許第3326316号公報により、内側にある回転表面に設けた潤滑油ポケットを備えた焼結材料軸受ブッシュが知られている。この潤滑油ポケットは半球状または楕円形に形成されている。潤滑油ポケットの深さは約

0.2 ~ 1mmであり、回転面全体の10~30%が潤滑油ポケットによって占められて

いる。

オーストリア国特許第143992号公報には、凹部を形成したすべり面構造が示してある。この凹部には軟質すべり軸受材料が完全に充填されている。

ドイツ連邦共和国実用新案登録第7817118号公報には、自己潤滑式軸受が記載されている。この軸受は固体潤滑材を埋め込むために、円形または球形の中空室を備えている。

米国特許第5462362号明細書により、例えば人工関節の場合の球要素のような、きわめて遅いすべり速度のために使用されるすべり要素が知られている。すべり表面は円筒状の凹部を有し、この凹部の直径は0.2~0.8mmで、深さは1~10 μ mである。この凹部には同様に、固体潤滑材が充填される。

この公知の軸受要素は軸受材料に応じて、約5 m/sまでの遅いすべり速度および約30 MPaの中間の負荷のときにのみ使用可能である。軸受要素は内燃機関のクランクピン軸受および主軸受としての用途に適していない。なぜなら、潤滑油ポケットの比較的に大きな深さおよびまたは大きな面積割合によって、この用途に必要な動圧を十分に生じることができないからである。

更に、3~6 μ mの深さの滑り面の溝状の凹部を備えた、ヨーロッパ特許第104159号公報と米国特許第5238311号明細書記載の軸受要素が知られている。しかし、この軸受要素は、溝が内燃機関のクランクピン軸受または主軸受で普通である30 MPaの負荷の下で、塑性変形または摩耗し、焼き付くので、その課題をもちや達成することができないという欠点がある。

ヨーロッパ特許第57808号公報に記載された、軟質軸受材料を充填した溝を有する溝付き軸受は経験によれば、或る程度の運転時間経過後、軟質軸受材料が潤滑油によって洗い出され、軸受がもはやその機能を発揮しないという欠点がある。

そこで、本発明の課題は、回転特性が潤滑油ポケットを有する公知のすべり軸受要素よりも良好であり、開放した溝を有する軸受、充填された溝を有する軸受および潤滑油ポケットを備えていない軸受の特性を大幅に変革するように、潤滑油ポケットを有するすべり軸受要素を改良することである。

この課題は請求項1の特徴を有するすべり軸受要素によって解決される。有利な実施形は従属請求項の対象となっている。

技術水準で知られているようないろいろな幾何学形状を有する潤滑油ポケットによる多数の実験の結果、運転状態の大幅な改善は達成されず、従って寸法の選択によって利点が期待されないことが判った。潤滑油ポケットが一般的にすべり軸受要素の支持面積部分を縮小するので、これに関して潤滑油ポケットは不利であると見なされる。

従って、潤滑油ポケットの深さが0.03~0.3mmで、ポケット深さに対するポケット面積の比が10~40mmであるすべり軸受要素が、例えば内燃機関のクランクピン軸受や主軸受にとって普通である運転条件下で、SAEのエンジンオイルのような普通の潤滑油を用いたときに、傑出した運転状態を示すことは驚くべきことであつた。この採寸を保つ場合にのみ、潤滑油ポケットが潤滑油で完全に満たされるので、すべり面を除いてすべての側が閉じた密接するポケットと関連して、運転中に、相手方すべり要素に対する滑らかなすべり面によって生じるような動圧が発生し、それによって驚くべきことに支持部分として寄与する。

いかなる場合でも、ポケット深さは、潤滑油ポケットを形成した軸受金属層の厚さよりも浅い。

潤滑油ポケットのこの採寸は特に、35~160mmの軸受直径を有する軸受要素に当てはまる。潤滑油ポケットの深さは特に、相手方すべり要素の遊びのオーダーである。

荷重は潤滑油ポケットの間の支持面によってだけでなく、潤滑油ポケット内の潤滑剤によっても受け止められるので、潤滑油ポケットは技術水準の場合のように、潤滑剤供給のためにのみ役立つものではない。それによって、アルミニウム合金の場合20m/sよりも速いすべり速度と50MPaよりも大きな荷重を、そして電気めっき層を有する青銅の場合70MPaよりも大きな荷重を問題なく実現可能である。更に、耐焼き付き性が改善される。なぜなら、支持面が無潤滑回転するとき、ポケット内の潤滑剤が流体動力学的支持のために寄与するからである。全体として、摩擦損失が非常に小さくなる。

本発明によるすべり軸受要素は、軟質軸受材料を充填していない開放した溝を

有する軸受（米国特許第4538929号明細書）と比較して、潤滑油ポケット内の潤滑剤が溝の場合のように周方向に逃げることができず、潤滑油ポケット内に貯えられ、狭い潤滑隙間を経てのみ潤滑剤の流入および流出が行われるという点で優れている。その際、動圧に加えて、潤滑油ポケットへの潤滑剤の入口でディフューザ作用のために圧力成分が生じ、そして出口で堰止めエッジによって圧力成分が生じる。

潤滑油ポケットの採寸と使用される潤滑剤の粘性との関係が考慮されると、すべり軸受要素の特性は更に最適化可能である。内燃機関の軸受の場合の潤滑油ポケットの深さは好ましくは、 $0.5 \sim T = e^a$ であり、ここで $a = 0.45 \cdot \ln \eta - 3$ である。この場合、潤滑剤の動的粘度 η が運転温度 (mPas) で使用されると、深さ T はmmで生じる。この式は $\eta = 1.8 \sim 50 \text{ mPas}$ の運転粘度に当てはまる。これは普通のエンジンオイルを使用する場合、約60～180℃の温度に相当する (O.R. Lang, W. Steinhilper 著 "Gleitlager(すべり軸受)"、1978年、シュプリンガー出版社、第36頁)。

すべての潤滑油ポケットの面積は好ましくは、すべり軸受要素のすべり面全体の10%を越えない。なぜなら、そうしないと、最新の内燃機関における大きな負荷に耐え得るようにするために、邪魔にならない支持面部分を減らなければならないからである。

潤滑油ポケットは必ずしも同じ深さを有していなくてもよい。特別な用途にとって、潤滑油供給を改營するために、最大負荷の範囲または最小潤滑フィルム厚さの範囲における潤滑油ポケットの深さを大きくし、増大する潤滑フィルム厚さの範囲の方へ潤滑油ポケットの深さが連続的に浅くなるようにすることが推奨される。特にクランクピン軸受や主軸受の場合、その最大負荷の個所および最も大きく摩耗する個所が知られているので、オーダーメイドのすべり軸受要素を作ることができる。

不十分な潤滑の場合には、上記の逆にすると、利点が生じる。すなわち、最も深い潤滑油ポケットが負荷されない範囲に配置される。それによって、付加的な油溜めが供される。

潤滑油ポケットは好ましくは軸受材料にエンボス加工される。加工は好ましく

はストリップ上で行われる。これは、既に変形された軸受金に溝を形成よりもはるかに簡単である。潤滑油ポケットをエンボス加工した後で、ストリップ状の材料が変形され、続いてすべり面に仕上げ加工される。

潤滑油ポケットを形成する軸受材料がアルミニウムまたは銅をベースとした比較的硬い合金であると、耐負荷性に関して有利である。このような軸受材料は大きな負荷に耐え、鋼製支持体に直接付着させることができるという利点がある。このような硬質の軸受材料は焼き付きしやすいため、付加的なすべり層を備えていないこの軸受材料は従来は低いすべり速度の場合にのみ使用可能であった。焼き付かないようにするために、従来、亜鉛または鉛を合金に多く添加することが試みられた。本発明による潤滑油ポケットの形成により、この軟らかい金属を添加する必要がなくなることが判った。更に、この軸受合金を有するすべり軸受要素が高いすべり速度の場合だけでなく、大きな負荷の場合にも使用可能であることが判った。更に、潤滑油ポケットの特別な形成によって、材料の焼き付き特性が大幅に改善される。

他の実施形では、潤滑油ポケットを形成した軸受材料のすべり面が、電気めっき層またはスパックリング層で付加的に被覆される。この電気めっき層またはスパックリング層の厚さは、形成された潤滑油ポケットの深さよりもはるかに小さい。このような被覆材は任意の軸受材料に被覆することができるが、鉛青銅に被覆すると有利である。

潤滑油ポケットは好ましくは、電気めっき層またはスパックリング層によって完全に充填されない。それどころか、回転面に凹部が形成されたままである。電気めっき層またはスパックリング層が閉じた被覆部を形成するので、潤滑油ポケットの形と関係なく、支持面と潤滑油ポケットとが連続する。軸受材料のエンボス加工またはすべり面の切削加工によって生じる潤滑油ポケットの縁領域の接り減った部分は、電気めっき層またはスパックリング層によって覆われ、平らにされる。

電気めっき層またはスパックリング層の輪郭が軸受金属層に形成された潤滑油ポケットの輪郭に追従するときには、電気めっき層またはスパックリング層は潤滑油ポケットの深さTよりも大きな厚さを有していてもよい。

軸受合金は例えば次のようなものがある。

AlNi2MnCu、AlZn5SiCuPbMg、AlSn6、CuPb22Sn、CuPb17Sn5、CuPb10Sn10またはCuPb22Sn3。好ましい電気めっき層は、Ni中間層、場合によってはNiSn中間層上のPbSn10Cu2、PbSn10Cu5、PbSn14Cu8 からなっている。スパッタリング層は好ましくはAlSn20である。

潤滑油ポケットの形状は任意に選択可能である。この場合、潤滑油ポケットが球の一部の形をしているかあるいは円錐台の形をしていると有利であることが判った。円錐台状の潤滑油ポケットの側面角度は $30 \sim 60^\circ$ 、特に約 45° である。相手方すべり要素の運動によって潤滑油ポケットから支持面部分に運ばれる潤滑材量は、側面傾斜部を介して調節可能である。潤滑油ポケットの範囲において圧力が上昇するという利点を潤滑油ポケットが有するので、大きな負荷の場合には、運転中潤滑油ポケットから外へ搬出される潤滑油の量ができるだけ少なくなるようにする。これに対して、焼き付き特性を改善すべきときには、大きな角度を設ける。従って、側面角度 α については、 $30 \sim 60^\circ$ の角度の中で小さな角度が好ましい。

潤滑油ポケットは他の実施形では上から見て菱形の形をしている。

すべり軸受要素は特にすべり軸受の軸受金である。この実施形の場合、潤滑油ポケットは好ましくは、周方向に対して斜めに線に沿って並べて配置されている。この場合、縦方向線は周方向に対して特に $15 \sim 40^\circ$ の任意の角度 β をなしている。この直線状の配置は溝付き軸受の場合の溝の配置にほぼ一致している。この溝付き軸受の場合勿論、角度 β は大きい。

潤滑油ポケットの配置は特に、軸方向に対して斜めに線に沿って並べて行われる。この横方向線は軸受金の軸方向に対して特に $5 \sim 25^\circ$ の任意の角度 γ をなしている。縦方向線と横方向線は角度 β と γ に基づいて菱形のパターンを形成する。

この潤滑油ポケット配置構造が更に有利であることが判った。なぜなら、そうしないと、影作用が生じるからである。すべての潤滑油ポケットがこの影作用に基づいて、特に並べて配置されているときに、すべり軸受の軸受金の回転測定を改善するとはかぎらず、マイナスに作用し得るからである。

すべり方向において、すなわち軸受金やブッシュの場合周方向において隣接する潤滑油ポケットの間隔が少なくとも12mmであると、潤滑油ポケットを並べて配置しても不利ではない。

潤滑油ポケットは用途に応じて、頂点範囲および頂点から $\pm 30 \sim \pm 60^\circ$ のすべり軸受の軸受金またはブッシュの中心角範囲 ϕ に制限される。

本発明に従って形成されたすべり軸受要素は特に、ピストン式機械とりわけ内燃機関の主軸受およびクランクピン軸受として適している。これは開放した凹部を有する従来のすべり要素と異なる。

次に、図に基づいて例示的な実施の形態を詳しく説明する。

図1は第1の実施の形態によるすべり軸受の軸受金の斜視図、

図2軸受ブッシュの斜視図、

図3は図1に示したすべり軸受の軸受金のIII-III線に沿った断面図、

図4A、4Bはそれぞれ、図1に示したすべり軸受の軸受金の異なる2つの実施の形態のIV-IV線に沿った断面図、

図5は他の実施の形態によるすべり軸受の軸受金の斜視図、

図6Aは図1に示したすべり軸受の軸受金のVIa-VIa線に沿った断面図

図6Bは図5に示したすべり軸受の軸受金のVIb-VIb線に沿った断面図

図7A、7Bは図1に示したすべり軸受の軸受金のすべり面の異なる2つの実施の形態の展開平面図、

図8はフランジ付き軸受の斜視図、

図9は潤滑は不適当である場合の回転数を記入したグラフ、そして

図10はすべり状態のためのグラフである。

図1にはすべり軸受の軸受金1が斜視図で示してある。この軸受金の分界面9が互いに支持し合い、例えば主軸受またはクランクピン軸受を形成している。図2には軸受ブッシュ2が斜視図で示してある。銅製裏当て金（支持金）3上にはそれぞれ、例えばアルミニウム合金4、4'が被覆形成されている。

それぞれすべり軸受の軸受金1または軸受ブッシュ2のすべり面6、6'を

形

成するアルミニウム合金4, 4'の表面には、潤滑油ポケット10, 10'としての半球形の凹部がエンボス加工されている。図1, 2に示した実施の形態では、潤滑油ポケット10, 10'は、すべり軸受の軸受金1または軸受ブッシュ2のすべり面6, 6'全体にわたって均一に分布している。

図3には、図1に示したすべり軸受の軸受金1のIII-III線に沿った断面が示してある。潤滑油ポケット10が球の一部の形をしていることが判る。その直径Dは、すべり面6から測定した潤滑油ポケット10の深さT(図6A参照)よりもはるかに大きい。潤滑油ポケット10は全体GAそれぞれのすべり軸受材料内にある。すなわち、Tはアルミニウム合金4の厚さよりも浅い。潤滑油ポケット10の直径Dは例えば約0.5~3.5mmの範囲であり、深さTは例えば最大で0.3mm、最小で0.030mmである。この場合、ポケット深さに対するポケット面積の比が10~40mmに保たれるような直径と深さの値だけが組み合わせ可能である。基本的には、例えば図7Bに示すような任意の幾何学的形状が可能である。

軸受ブッシュ2の潤滑油ポケット10'の配置と形状は、図1のポケットの配置と形状に一致している。

図4A, 4Bには、図1に示したすべり軸受の軸受金1の2つの実施の形態のVI-VI線に沿った断面が示してある。潤滑油ポケットは異なる深さを有する。この場合、図4Aに示した実施の形態の深さは、頂点8から分離面9に向かって連続的に減少している。分離面の範囲の潤滑油ポケット10aは、すべり軸受の軸受金1の頂点8の範囲の潤滑油ポケット10cの約半分の深さを有する。これに対して、途中範囲の潤滑油ポケット10bは、ほぼ潤滑油ポケット10cの深さと潤滑油ポケット10aの深さの間にある深さを有する。図4Bの断面IV-IVは、図4Aとは逆に配置された潤滑油ポケット10a', 10b', 10c'の深さ形成を示している。図示のように、頂点8の潤滑油ポケット10c'は深さが最も浅い。この場合、潤滑油ポケット10b', 10a'の深さは分離面9の方へ向かって増大している。

潤滑油ポケット10a, 10b, 10cまたは10a', 10b', 10c'

の配置と形成は、図2の軸受ブッシュ2に適用可能である。

図5には、すべり軸受の軸受金1の他の実施の形態が示してある。この実施の

形態の場合、潤滑油ポケット10''は頂点8の鈍角部の $\delta = \pm 45^\circ$ の中心角（円周角）領域内にのみ設けられている。これは最大軸受荷重の範囲または最小潤滑フィルム厚さの範囲である。図5のすべり軸受の軸受金1は、鋼製基当て金3に先ず最初に鉛青銅4aが被覆形成され、この合金が電気めっき層5またはスパッタリング層によって完全に被覆されている点が、図1の軸受金と構造が異なっている。

図6Aは球の一部の形をした潤滑油ポケット10を有する、図1のすべり軸受の軸受金1のV I a - V I a線に沿った断面を示している。

図6Bは、円錐台の形をした潤滑油ポケット10''を有する、図5のすべり軸受の軸受金1のV I b - V I b線に沿った断面を示している。この潤滑油ポケットの側面11は垂直軸線に対して約 45° の角度 α をなしている。潤滑油ポケット10''は鉛青銅4aにエンボス加工されている。この場合、電気めっき層5は潤滑油ポケットの範囲においても同じ厚さdを有する。従って、潤滑油ポケット10''は内張りされているがしかし、電気めっき前の深さと同じ深さを有する。この場合、電気めっき層5の厚さdは、鉛青銅4aにエンボス加工された潤滑油ポケット10''の深さTよりも浅い。これはしかし、必ずしも必要ではない。この場合、潤滑油ポケットが依然として潤滑油の収容部の方へ開放していなければならない。

図7Aには、図1に示したすべり軸受の軸受金1のすべり面6の展開状態が平面図で示してある。潤滑油ポケット10は縦方向線15に沿って並べて配置されている。この場合、縦方向線15は周方向17に対して約 30° の角度 β をなしている。更に、潤滑油ポケットは横方向線16に沿って配置されている。この横方向線は軸方向18に対して 15° の角度 γ をなしている。これらの角度に基づいて、周方向17における潤滑油ポケットの間隔は少なくとも12mmとなる。

図7Bは、上から見て菱形の潤滑油ポケット10'''を有するすべり面6の展開状態を、図7Aと同様に示している。

図8はフランジ付き軸受19の斜視図である。図8から判るように、フランジ20は同様に潤滑ポケット21を備えている。この場合、潤滑油ポケット21の配置および形状は上述の潤滑油ポケットに似ている。

図9と図10は比較試験を示している。

図9には最高回転数が記入されている。この最高回転数は潤滑油ポケット付きと潤滑油ポケットなしのすべり軸受の場合に、潤滑が不十分であるときに、焼き付きまでに達成される。電気めっき層を有する鉛青銅からなる軸受合金を備えた銅製軸受金が試験された。潤滑油ポケットを有する軸受金は次のような仕様を有する。

ポケット深さ： 0.08mm

ポケット深さに対するポケット面積の比： 22mm

すべての潤滑油ポケットの全面積： 45mm^2 = すべり面全体の3%

β ： 21°

γ ： 10°

この試験の場合、潤滑油ポケットはすべり面全体に均一に分布している。この場合、すべての潤滑油ポケットが同じ深さTを有する。潤滑油の粘性は $\eta = 3 \text{ mPas}$ であった。

図9のグラフは、潤滑が不十分である場合、本発明による軸受によって、焼き付きが生じるまで、はるかに高い回転数が達成可能であることを示している。

図10の棒グラフには、アルミニウム合金からなるすべり層を備えた銅からなる軸受金のすべり状態が、潤滑油ポケットなしのすべり軸受の軸受金での15回の試験に基づいて記入されている。すべての軸受金の場合、100時間経過後、焼き付きが発生した。更に、潤滑油ポケット付きの同じ合金のすべり軸受の軸受金による10回の試験が、高い回転数で行われた。そのうち9回の試験は200時間以上、1回の試験は500時間以上続いた。すべての試験は試験時間に達した後で損傷なく終了した。潤滑油ポケットの形状は図9の試験の場合と同じであった。

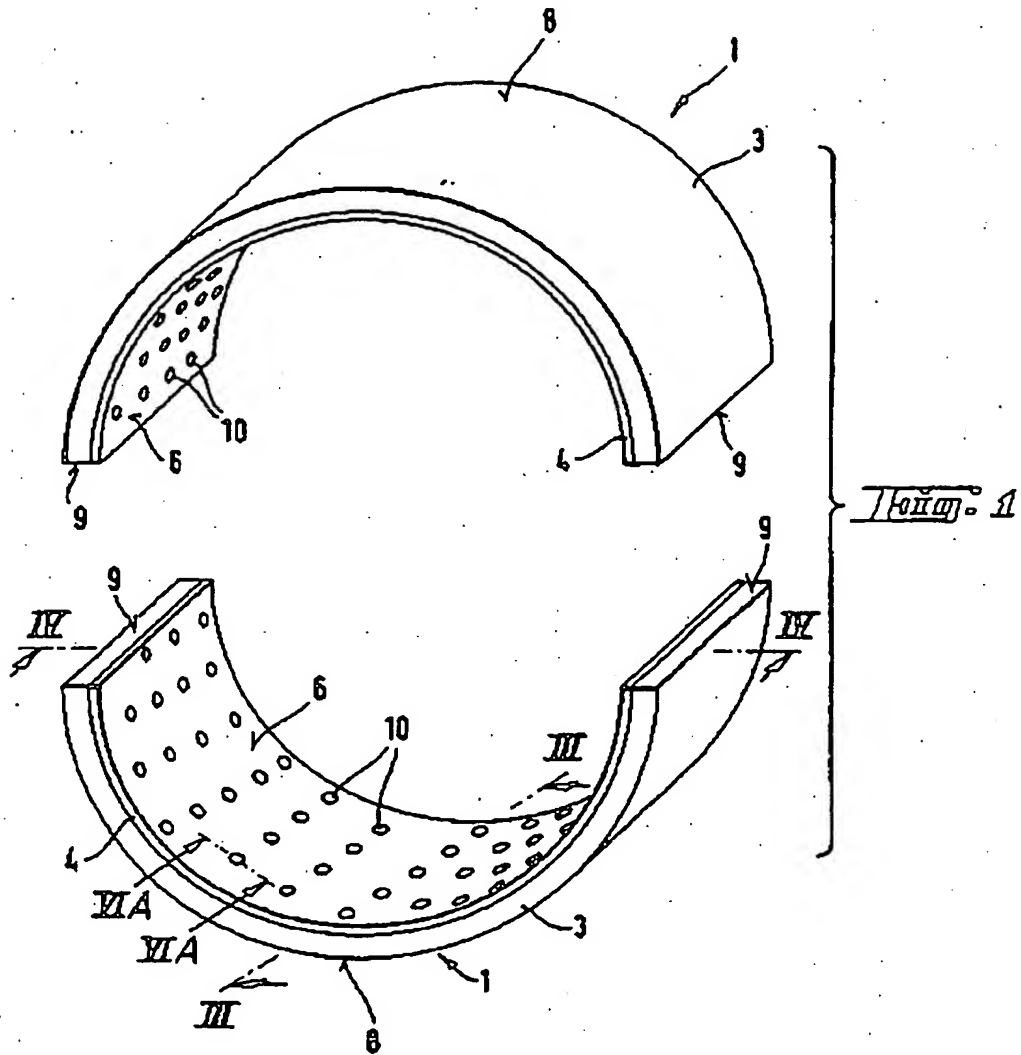
参照符号リスト

(15)

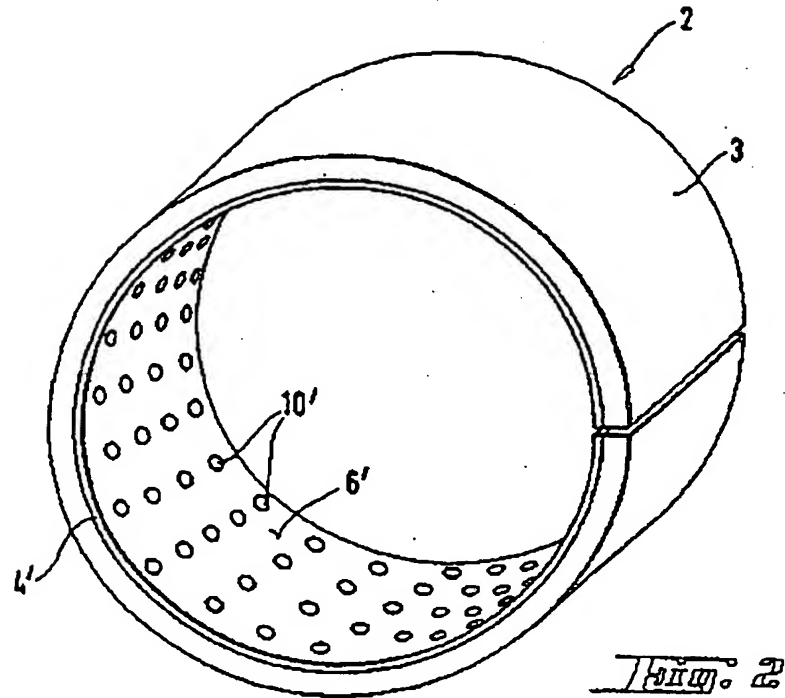
特表2000-504089

1	すべり軸受の軸受金
2	軸受ブッシュ
3	銅製裏当て金
4	アルミニウム合金
4 a	鉛青銅からなる層
5	電気めっき層
6, 6'	すべり面
8	頂点
9	分離面
10, 10', 10'', 10'''	潤滑油ポケット
10 a, 10 b, 10 c, 10 a', 10 b', 10 c'	潤滑油ポケット
11	側面
15	縦方向線
16	横方向線
17	周方向
18	軸方向
19	フランジ付き軸受
20	フランジ
21	潤滑油ポケット

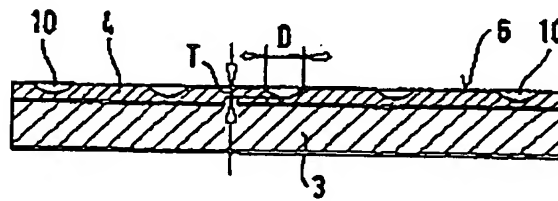
【図1】



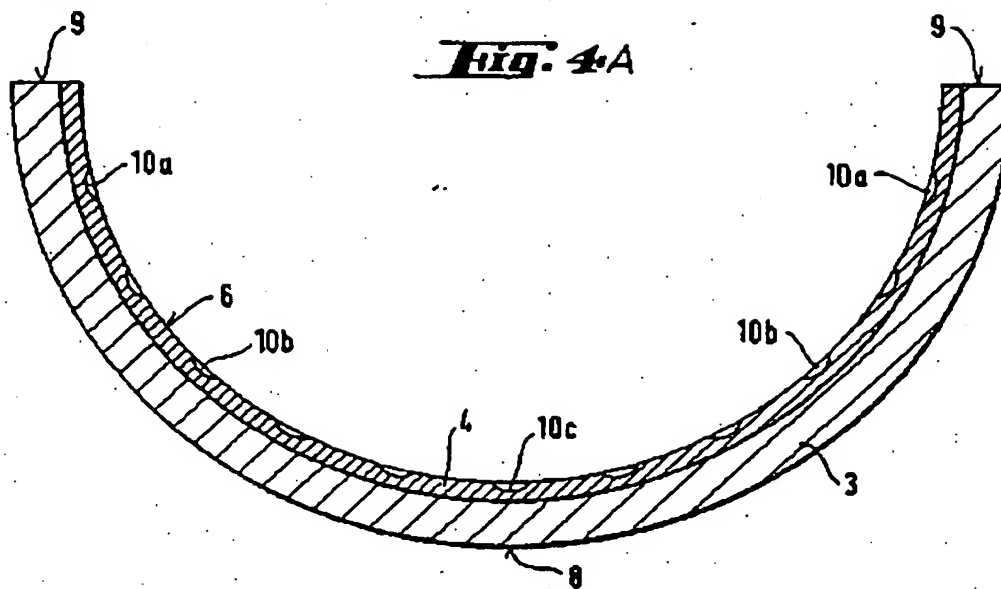
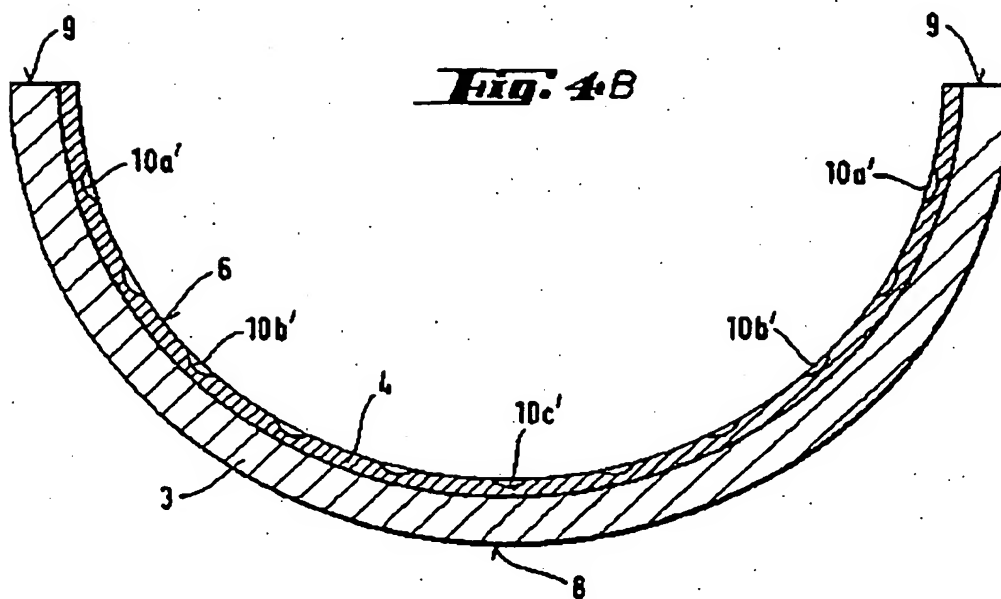
【図2】



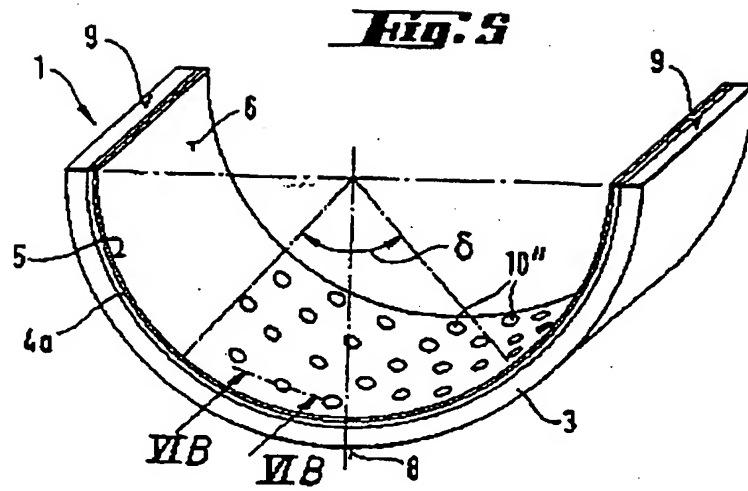
【図3】

Fig. 3

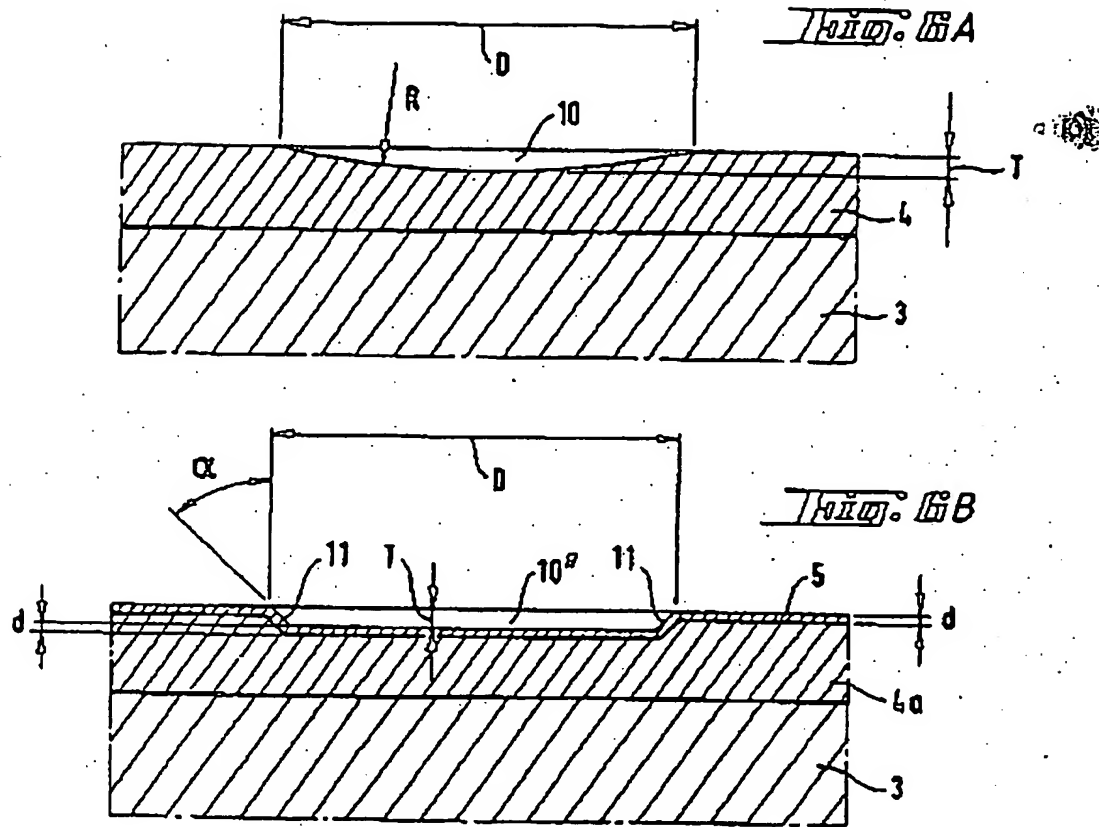
[圖 4]

Fig. 4A**Fig. 4B**

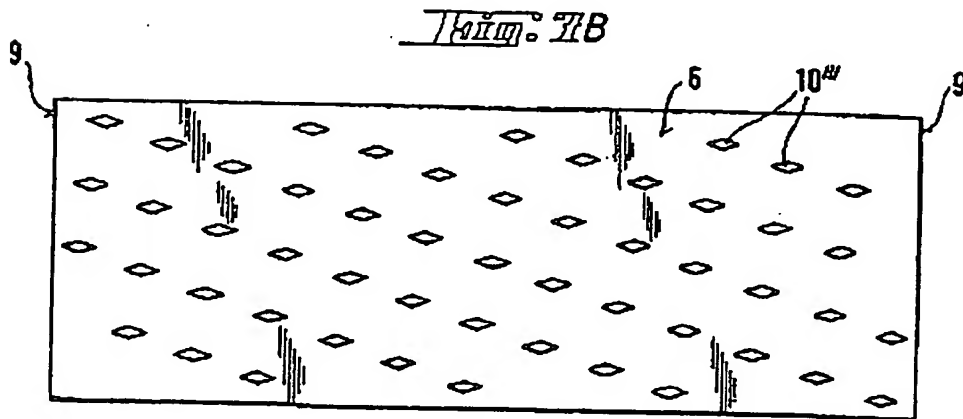
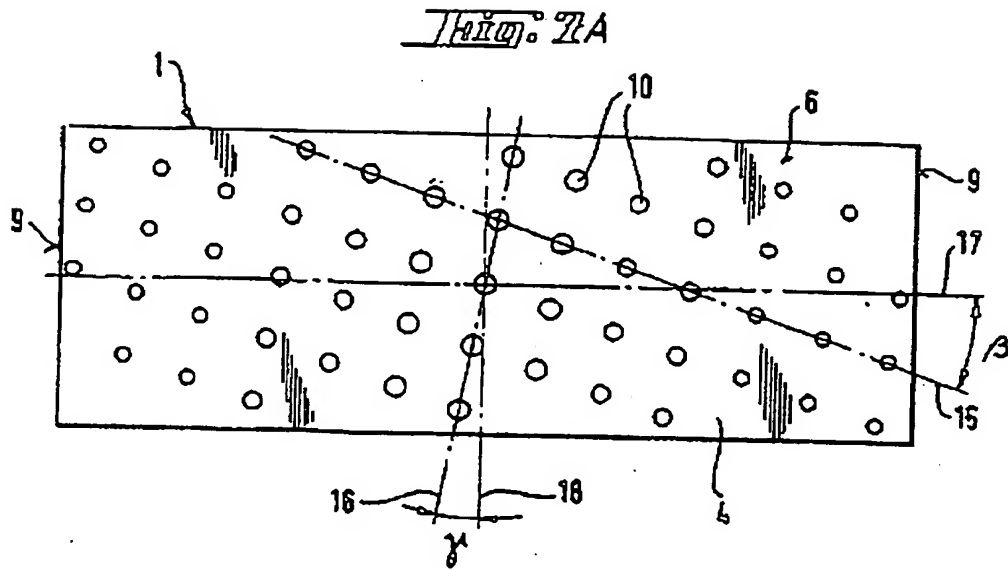
【圖 5】



【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☒ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)